

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-151353

(43)Date of publication of application : 24.05.2002

(51)Int.Cl.

H01G 4/33  
C23C 16/40  
H01B 3/00  
H01B 3/02  
H01G 13/00

(21)Application number : 2000-347988

(71)Applicant : ALPS ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 15.11.2000

(72)Inventor : TSUJI YOSHIOMI

SASAKI MAKOTO

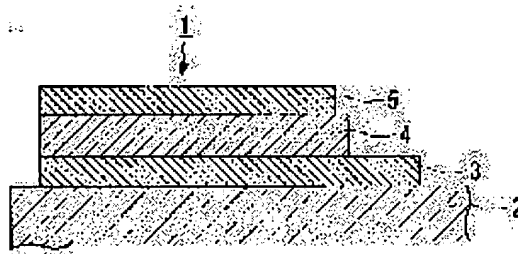
KITAGAWA HITOSHI

(54) DIELECTRIC THIN FILM, MANUFACTURING METHOD THEREFOR, AND TEMPERATURE-COMPENSATING CAPACITOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a temperature-compensating capacitor, in which the capacity temperature coefficient has negative sign and an absolute value of the order of 100 ppm/K.

SOLUTION: A temperature-compensating capacitor 1 of the present invention includes a silicon hydride oxidation film composed of a silicon atom, an oxidation atom, and a hydrogen atom between a lower electrode layer 3 and an upper electrode layer 5, and a dielectric thin film 4, having a negative capacity temperature coefficient, is interposed therebetween. The silicon oxidation hydride film has an Si-OH bond, and the ratio of hydrogen atoms contained in the film is set at 0.5 to 7 atomic percent.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

06.11.2003

[Date of sending the examiner's decision of

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-151353

(P2002-151353A)

(43) 公開日 平成14年5月24日 (2002. 5. 24)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード* (参考)
H 0 1 G 4/33		C 2 3 C 16/40	4 K 0 3 0
C 2 3 C 16/40		H 0 1 B 3/00	F 5 E 0 8 2
H 0 1 B 3/00			H 5 G 3 0 3
		3/02	Z
3/02		H 0 1 G 13/00	3 9 1 C
審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 6 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2000-347988 (P2000-347988)

(22) 出願日 平成12年11月15日 (2000. 11. 15)

(71) 出願人 000010098

アルプス電気株式会社

東京都大田区雪谷大塚町1番7号

(72) 発明者 辻 義臣

東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス電気株式会社内

(72) 発明者 佐々木 真

東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス電気株式会社内

(74) 代理人 100064908

弁理士 志賀 正武 (外6名)

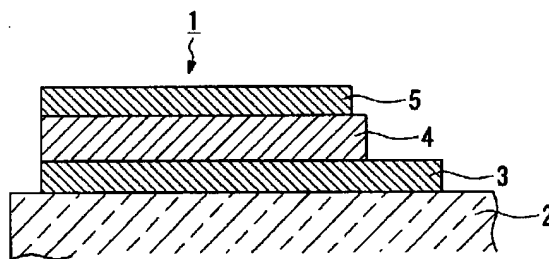
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 誘電体薄膜およびその製造方法ならびに温度補償用コンデンサ

(57) 【要約】

【課題】 符号が負で絶対値が100ppm/Kオーダーの容量温度係数を持つ温度補償用コンデンサを提供する。

【解決手段】 本発明の温度補償用コンデンサ1は、下部電極層3と上部電極層5との間に、珪素原子と酸素原子と水素原子とから構成される水素化酸化珪素膜からなり、負の容量温度係数を有する誘電体薄膜4が挟持されている。水素化酸化珪素膜はSi-OH結合を有し、膜中に含まれる水素原子の割合が0.5~7原子パーセントの範囲とされている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 珪素原子と酸素原子と水素原子とから構成される水素化酸化珪素からなり、負の容量温度係数を有することを特徴とする温度補償用コンデンサ用誘電体薄膜。

【請求項2】 前記水素化酸化珪素が $\text{Si}-\text{OH}$ 結合を有し、膜中に含まれる水素原子の割合が0.5ないし7原子パーセントの範囲にあることを特徴とする請求項1記載の温度補償用コンデンサ用誘電体薄膜。

【請求項3】 原料ガスとしてモノシランガスと一酸化二窒素ガスと不活性ガスの混合ガスを用いた2周波励起プラズマCVD法により請求項1記載の温度補償用コンデンサ用誘電体薄膜を成膜することを特徴とする温度補償用コンデンサ用誘電体薄膜の製造方法。

【請求項4】 一对の電極間に、請求項1記載の温度補償用コンデンサ用誘電体薄膜が挟持されたことを特徴とする温度補償用コンデンサ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、誘電体薄膜及びその製造方法並びに温度補償用コンデンサに関し、特に共振回路等の電気回路内の温度補償用コンデンサに用いて好適な誘電体薄膜に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】薄膜コンデンサは、一般に基板上に薄膜状の下部電極層、誘電体層、上部電極層を順次積層した構造であり、場合によっては下部電極層としての機能を有する半導体基板の上に誘電体層と上部電極層とを積層した構造を採ることもある。この種の薄膜コンデンサにおいては、誘電体層の比誘電率が大きく、0を中心として正または負の任意の温度係数を有するように設計される。薄膜コンデンサはこれ自体小型であり、これを実装する回路基板の小型化が図れるといった面から、各種電子機器への応用が高まっている。

【0003】この種の薄膜コンデンサを電気回路の温度補償用コンデンサとして用いることができる。その使用例を図5に示す。図5に示す電気回路は共振回路の一例であって、コイルLに対してコンデンサ $C_0$ とバラクタダイオード $D_c$ を並列接続し、バラクタダイオード $D_c$ に温度補償用の薄膜コンデンサ $C_1$ を並列接続し、薄膜コンデンサ $C_1$ の上部電極と下部電極にそれぞれ入出力端子50, 51を接続し、入出力端子50, 51と薄膜コンデンサ $C_1$ の一方の電極との間に抵抗Rを組み込んでいる。

【0004】この共振回路において、バラクタダイオード $D_c$ は電圧によってキャパシタンスが変化するものであり、このバラクタダイオード $D_c$ の温度係数は通常、正の値をとる。そのため、このバラクタダイオード $D_c$ の温度係数を、温度係数が負の値を持つ薄膜コンデンサ $C_1$ で相殺することによって、温度安定性に優れた共振

回路を実現することができる。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、図5に示した共振回路において、バラクタダイオード $D_c$ の温度係数は通常、 $+200 \sim +500 \text{ ppm/K}$ 程度の値をとる。したがって、これを相殺するために、温度補償用薄膜コンデンサの温度係数は $-200 \sim -500 \text{ ppm/K}$ 程度の値をとることが要求される。薄膜コンデンサに用いられるごく一般的な誘電体膜としてシリコン酸化膜( $\text{SiO}_2$ )が挙げられるが、シリコン酸化膜の場合、種々の論文や特許公報等に記載されているように、容量温度係数は $0 \pm 50 \text{ ppm/K}$ 程度で一般的には正の値を示す。したがって、一般的なシリコン酸化膜で符号が負、絶対値が $100 \text{ ppm/K}$ オーダーの容量温度係数を得ることはできず、例えばペロブスカイト型複合酸化物系などの特殊な膜を選択する必要があった。

【0006】本発明は、上記の課題を解決するためになされたものであって、シリコン酸化膜系の誘電体膜を用いることを前提とし、符号が負で絶対値が $100 \text{ ppm/K}$ オーダーの容量温度係数を持つ誘電体薄膜とその製造方法、およびこれを用いた温度補償用コンデンサを提供することを目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本発明の温度補償用コンデンサ用誘電体薄膜は、珪素原子と酸素原子と水素原子とから構成される水素化酸化珪素からなり、負の容量温度係数を有することを特徴とする。特に前記水素化酸化珪素は、 $\text{Si}-\text{OH}$ 結合を有し、膜中に含まれる水素原子の割合が0.5ないし7原子パーセントの範囲にあることが望ましい。

【0008】本発明者らは、一般のシリコン酸化膜の場合、上述したように、容量温度係数が $0 \pm 50 \text{ ppm/K}$ 程度で正の値を示すのに対し、 $\text{Si}$ （珪素）原子と $\text{O}$ （酸素）原子に加えて $\text{H}$ （水素）原子を含む水素化酸化珪素膜の場合、特に $\text{Si}-\text{OH}$ 結合を有する場合には $\text{Si}-\text{OH}$ 結合の双極子分極によって容量温度係数が負の値を示すことを見い出した。膜中に含まれる水素原子の割合が0.5原子パーセントを下回ると、一般的なシリコン酸化膜の特性とほとんど変わらなくなって容量温度係数が正の値を示し、7原子パーセントを越えると、高周波Q値が小さく（誘電損失が大きく）なりすぎることから、膜中に含まれる水素原子の割合は0.5～7原子パーセントの範囲にあることが望ましい。

【0009】本発明の温度補償用コンデンサ用誘電体薄膜の製造方法は、原料ガスとしてモノシランガスと一酸化二窒素ガスと不活性ガスの混合ガスを用いた2周波励起プラズマCVD法により上記本発明の温度補償用コンデンサ用誘電体薄膜を成膜することを特徴とする。

【0010】この方法によれば、容量温度係数が負の値を持つ上記本発明の水素化酸化珪素膜を簡便な方法で成

膜することができ、成膜時の諸条件を適宜調整することによって容量温度係数の値やQ値を所望の値とすることができる。

【0011】本発明の温度補償用コンデンサは、一对の電極間に、上記本発明の温度補償用コンデンサ用誘電体薄膜が挟持されたことを特徴とする。この温度補償用コンデンサを例えば共振回路等の電子回路に用いることにより、温度安定性に優れた共振回路を実現することができる。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施の形態を図1～図3を参照して説明する。図1は本実施の形態の温度補償用コンデンサを示す平面図、図2は図1のII-II線に沿う断面図である。

【0013】本実施の形態の温度補償用コンデンサ1は、図1および図2に示すように、平面視矩形状の基板2の上面に、各々が平面視矩形状の下部電極層3、誘電体薄膜4、上部電極層5が順次積層されている。基板2は、その材質等を特に限定するものではないが、コンデンサ全体に適度な剛性を付与するために充分な厚さを有するとともに、各々が薄膜状の下部電極層3、誘電体薄膜4、上部電極層5を成膜法により基板2上に形成する際に成膜処理温度に耐え得るものであればよい。以上のような条件を満たす基板材料の例として、ガラス、シリコン、アルミナ等のセラミクスなどが挙げられる。

【0014】下部電極層3および上部電極層5は、銅、銀、金、白金等の金属からなる単層構造でもよいし、これら金属の組み合わせからなる積層構造であってもよい。膜厚は1000～3000nm程度とすることが望ましく、例えば1500nmとすることができ。図1における上部電極層5の平面寸法は例えば50～1000μm×50～1000μm程度であり、これがコンデンサの実質的な面積となる。

【0015】誘電体薄膜4は水素化酸化珪素膜からなり、Si-OH結合を有し、膜中に含有する水素原子の割合が0.5～7原子パーセントの範囲にあることが望ましく、負の容量温度係数を有している。膜厚は50～1000nm程度とすることが望ましく、例えば300nmとすることができ。

【0016】このような負の容量温度係数を持つ水素化酸化珪素膜は、図3に示す2周波励起プラズマCVD装置を用いて成膜することができる。この2周波励起プラズマCVD装置10では、第1の高周波電源11とプラズマ励起電極12との間にこれらの間のインピーダンスの整合を得るための整合回路が介在しており、第1の高周波電源11からの高周波電力は整合回路を通して給電板13によりプラズマ励起電極12に供給される。これら整合回路および給電板13は導電体からなるハウジン

グ14により形成されるマッチングボックス15内に収納されている。

【0017】プラズマ励起電極12の下には、多数の孔16が形成されたシャワープレート17が設けられ、プラズマ励起電極12とシャワープレート17で区画された空間18が形成されており、この空間18にはガス導入管19が設けられている。ガス導入管19から導入されたガスは、シャワープレート17の孔16を介してチャンバ壁20により形成されたチャンバ室21内に供給される。なお、符号22はチャンバ壁20とプラズマ励起電極12とを絶縁する絶縁体である。また、図3では排気系の図示は省略してある。

【0018】一方、チャンバ室21内には、基板2を載置するとともに他方のプラズマ励起電極ともなるウェハサセプタ23（サセプタ電極）が設けられており、その周囲にはサセプタシールド24が設けられている。ウェハサセプタ23およびサセプタシールド24はベローズ25により昇降可能となっており、プラズマ励起電極12とウェハサセプタ23との間の距離の調整ができる構成となっている。そして、ウェハサセプタ23にはマッチングボックス26内に収納された整合回路を介して第2の高周波電源27が接続されている。また、符号28a、28b、29a、29bは共振回路であって、バンドエリミネータあるいはフィルタとして機能する。

【0019】本実施の形態の場合、第1の高周波電源11、第2の高周波電源27からプラズマ励起電極12、ウェハサセプタ23に異なる高周波電力をそれぞれ印加するとともに、チャンバ室21内にSiH<sub>4</sub>ガス（モノシランガス）とN<sub>2</sub>Oガス（一酸化二窒素ガス）とHeガス、Arガス等の不活性ガスの混合ガスを導入する、いわゆる2周波励起プラズマCVD法を用いて誘電体薄膜4を成膜すれば、負の容量温度係数を持つ水素化酸化珪素膜を成膜することができる。

【0020】

【実施例】本発明者らは、上記実施の形態の成膜方法を用いて誘電体薄膜を有するコンデンサを実際に製作し、容量温度係数、Q値などの特性評価を行った。以下にその結果を報告する。

【0021】下の表1に示すように、SiH<sub>4</sub>ガス流量、N<sub>2</sub>Oガス流量、Heガス（またはArガス）流量[sccm]、チャンバ内圧力[Pa]、プラズマ励起電極（f：40MHz）に印加するRFパワー（表1ではRFパワー1と記す）、ウェハサセプタ（f：1.6MHz）に印加するRFパワー（表1ではRFパワー2と記す）、上下電極間距離等の成膜条件を振った4種類のサンプル（サンプルA～D）を作製した。膜厚は300nmで統一した。

【表1】

	単位	サンプルA	サンプルB	サンプルC	サンプルD
SiH <sub>4</sub> 流量	sccm	10	10	5	5
N <sub>2</sub> O流量	sccm	500	500	300	200
He(Ar)流量	sccm	500	500	700	1300
圧力	Pa	300	300	150	125
RFパワー-1(40MHz)	W/cm <sup>2</sup>	0.89	0.44	0.89	0.89
RFパワー-2(1.6MHz)	W/cm <sup>2</sup>	0.44	0.04	0	0
上下電極間距離	mm	15	15	15	15
誘電体膜厚	nm	300	300	300	300
膜中水素含有量	atom %	0.5	3	5	7
TCC	ppm/K	-20	-145	-245	-375
Ebd	MV/cm	10	10	10	10
Q [f:1GHz]	—	240	120	65	30

【0022】上で作製した4種類のサンプルについて、膜中の水素含有量、容量温度係数(Tcc)、耐電圧強度(Ebd)、Q値[f:1GHz]等の評価項目について測定を行った。膜中水素含有量はSIMS(2次イオン質量分析法)を用いて測定した。なお、Si-OH結合の存在についてはFT-IR(フーリエ変換赤外分光法)を用いて確認することができる。耐電圧強度については全てのサンプルにわたって10MV/cmと同等の値が得られた。その他の項目については、図4に結果をまとめた。図4は容量温度係数およびQ値の水素含有量依存性を示すグラフであり、横軸が膜中水素含有量[atom%]、左側の縦軸が容量温度係数[ppm/K]、右側の縦軸がQ値[-]である。図4においては、容量温度係数を「□」、Q値を「●」で示す。このとき、各サンプルの構造は、図1に示したものと同じであり、上部電極層1の面積を1mm<sup>2</sup>とし、シート容量は120ないし130pF/mm<sup>2</sup>となった。

【0023】図4から明らかなように、膜中水素含有量が0.5~7atom%の範囲は、容量温度係数の符号が負の領域であり、膜中水素含有量の増加に伴って絶対値が増加し、膜中水素含有量が7atom%のときに-300ppm/K以下(絶対値で300ppm/K以上)の容量温度係数が得られることが確認された。一方、Q値を見ると、膜中水素含有量の増加に伴ってQ値が減少し、膜中水素含有量が7atom%で30程度にまで小さくなることが確認された。この結果に基づき、容量温度係数の符号が負で100ppm/Kオーダーの絶対値が得られ、Q値もある程度の値が確保できるという観点から、膜中水素含有量を0.5~7atom%の範囲で制御するのがよいことが実証された。

【0024】本発明によれば、上記のような水素化酸化珪素膜を誘電体薄膜としたコンデンサを作製することにより、符号が負で絶対値が100ppm/Kオーダーの容量温度係数を持つ温度補償用コンデンサを容易に実現

することができ、この温度補償用コンデンサを例えば共振回路等の電子回路に用いることにより、温度安定性に優れた共振回路を実現することができる。

【0025】なお、本発明の技術範囲は上記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能である。例えばコンデンサを構成する各膜の材料、膜厚、平面寸法、成膜条件等の具体的な記載はほんの一例に過ぎず、適宜変更が可能である。

#### 【0026】

【発明の効果】以上、詳細に説明したように、本発明によれば、符号が負で絶対値が100ppm/Kオーダーの容量温度係数を持つ温度補償用コンデンサを実現することができ、この温度補償用コンデンサを共振回路等の電子回路に用いることにより、温度安定性に優れた共振回路を実現することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施の形態の温度補償用コンデンサを示す平面図である。

【図2】 図1のII-II線に沿う断面図である。

【図3】 同、コンデンサを構成する誘電体薄膜の成膜時に用いる2周波励起プラズマCVD装置の概略構成を示す断面図である。

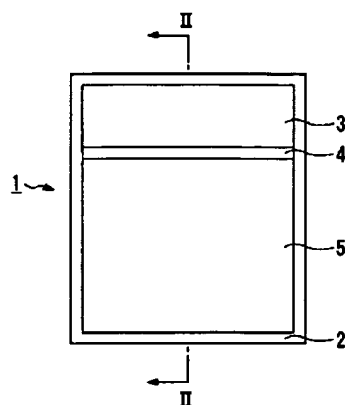
【図4】 本発明の実施例であるサンプルの評価結果を示す図であり、容量温度係数およびQ値の水素含有量依存性を示すグラフである。

【図5】 温度補償用コンデンサを用いた共振回路の等価回路図である。

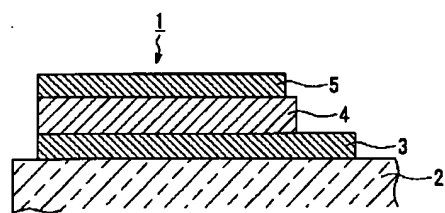
#### 【符号の説明】

- 1 温度補償用コンデンサ
- 2 基板
- 3 下部電極層
- 4 誘電体薄膜
- 5 上部電極層

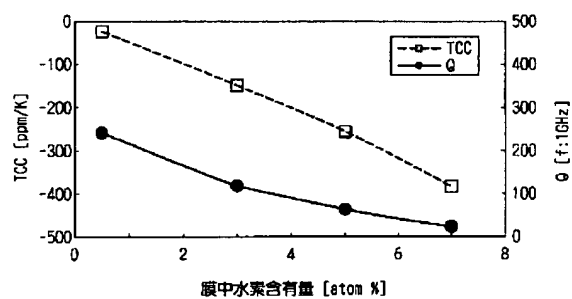
【図1】



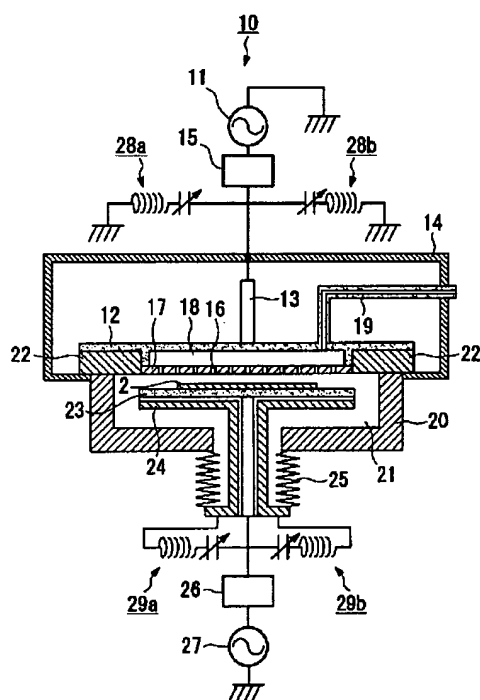
【図2】



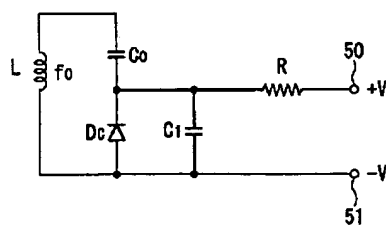
【図4】



【図3】



【図5】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	キーワード(参考)
H 0 1 G 13/00	3 9 1	H 0 1 G 4/06	1 0 2
(72)発明者 北川 均		F ターム(参考)	4K030 AA01 AA06 BA44 FA03 LA11
東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプ			5E082 AB03 BC15 FG03 FG27 FG42
ス電気株式会社内			KK01 PP03
			5G303 AA01 AB06 AB11 BA03 CA01
			CB30 DA01